

CLIPPEDIMAGE= JP405297339A
PUB-NO: JP405297339A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05297339 A
TITLE: LIQUID CRYSTAL LIGHT REFRACTING ELEMENT
PUBN-DATE: November 12, 1993
INT-CL_(IPC): G02F001/13; G02F001/1333 ; G02F001/1337
US-CL-CURRENT: 349/FOR.123,349/132

APPL-NO: JP04101003
APPL-DATE: April 21, 1992

----- KWIC -----

FPAR:

CONSTITUTION: The liquid crystal light refracting element 1 is constituted by charging the liquid crystal 17 having the negative dielectric anisotropy in the space demarcated with a couple of transparent substrate which consist of a plane substrate (plane glass) 11 and a nonplane substrate (piano-concave lens) 14 arranged opposite the plane substrate 11 and has transparent conductive films 12 and 15 formed on their mutually opposite inner peripheral surfaces; and a vertical orientation processed film 13 is formed only on the plane substrate 11. The liquid crystal molecules of the liquid crystal 17 with the negative dielectric anisotropy which is charged in the liquid crystal light refracting element 1 are vertically oriented in an extremely excellent state between the couple of transparent substrates consisting of the plane substrate

11 and nonplane substrate 14 only with the orienting force of the vertical orientation processed film 134 formed on the plane substrate 11 when a voltage is unapplied.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-297339

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/13	5 0 5	7348-2K	
	1/1333	5 0 0	9225-2K	
	1/1337		9225-2K	

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-101003

(22)出願日 平成4年(1992)4月21日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 日比野 光悦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

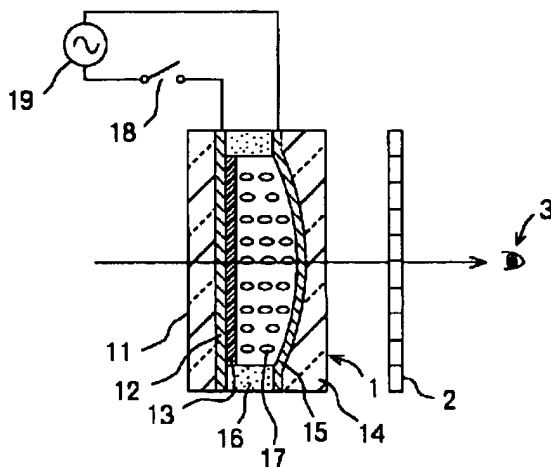
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 液晶光屈折素子

(57)【要約】

【目的】誘電異方性が負の液晶が封入された液晶光屈折素子において、透明基板の形状による電圧無印加状態における液晶分子の配向乱れを無くして、該液晶分子の配向乱れに起因する収差の問題を解消する。

【構成】平板状基板(平板ガラス)11及び該平板状基板11と対向配設された非平板状基板(平凹レンズ)14よりなり相対向する内周面にそれぞれ透明導電膜12、15が形成された一対の透明基板で画定された空間に、誘電異方性が負の液晶17を封入してなる液晶光屈折素子1において、平板状基板11のみに垂直配向処理膜13が形成されている。液晶光屈折素子1内に封入された誘電異方性が負の液晶17の液晶分子は、電圧無印加状態において、平板状基板11に形成された垂直配向処理膜13の配向力のみにより、平板状基板11及び非平板状基板14よりなる一対の透明基板間で、極めて良好に垂直配向する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状基板及び該平板状基板と対向配設された非平板状基板よりなり相対向する内周面にそれぞれ透明導電膜が形成された一対の透明基板で画定された空間に、誘電異方性が負の液晶を封入してなる液晶光屈折素子において、一対の前記透明基板のうち前記平板状基板のみに垂直配向処理膜が形成されていることを特徴とする液晶光屈折素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶セルを利用した液晶光屈折素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶光屈折素子として、液晶の電気光学効果を利用して焦点距離を可変とした焦点距離可変液晶レンズが知られている。例えば、特開昭60-50510号公報には、凹レンズ形状の透明基板と平板状の透明基板よりなり相対向する内周面にそれぞれ透明導電膜が形成された一対の透明基板で画定された空間に、誘電異方性が正の電界効果形液晶を封入してなり、液晶分子を基板に平行となるように一方向に配向させた焦点距離可変液晶レンズが開示されている。

【0003】この液晶レンズにしきい値以上の交流電圧を印加すると、電子分極により分極している誘電異方性が正の各液晶分子は長軸の向きを電圧印加方向に変える。このため、印加電圧の大きさを制御することにより、基板に平行に配向していた液晶分子の長軸の向きを基板に対して垂直方向に連続的に変えることができる。したがって、液晶分子の配向の方位に偏光した入射光に対して、液晶レンズのみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化する。このように、印加電圧により液晶分子の配向方向を制御して液晶レンズのみかけの屈折率を変化させることにより、レンズの焦点距離を異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化させることができる。

【0004】なお、誘電異方性が負の液晶を封入するとともに液晶分子を基板に対して垂直配向させた液晶レンズにおいては、印加電圧に対する焦点距離の変化が逆になる。また、液晶分子は磁化率異方性をも有するので、磁界を加えても液晶分子の配向状態を変えることができ、磁界による焦点距離可変のレンズとすることもできる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ここで、誘電異方性が負の液晶を液晶レンズに封入する場合、液晶分子を基板に垂直配向させるために、一対の透明基板の表面に垂直配向処理膜がそれぞれ形成される。この場合電圧無印加状態では、液晶分子は一対の透明基板の表面に形成された垂直配向処理膜の配向力により、一対の透明基板間で

垂直配向する。

【0006】このとき、一対の透明基板のうち凹レンズ形状の透明基板の近傍では、該凹レンズ形状の透明基板に形成された垂直配向処理膜の配向力により、液晶分子が凹状曲面に忠実に垂直配向して、該凹状曲面の求心方向に配向する。このため、凹レンズ形状の中心部では良好な液晶分子の配向状態を得ることができるが、凹レンズ形状の周縁部に近づくほど、液晶分子の向きは垂直からズレていく。

10 【0007】この液晶分子の垂直方向からのズレは、液晶レンズの屈折率分布に影響する。すなわち、液晶レンズの光軸に平行な光線が液晶レンズ内を通過する場合を考えると、液晶分子が一対の透明基板に垂直に配向しているレンズの中心部付近を通過する光線に対してはレンズ内の屈折率が n_0 となるが、液晶分子が上記凹状曲面の求心方向に配向しているレンズの周縁部に近い部分を通過する光線ほどその屈折率は n_0 より大きくなる。そして、この液晶レンズの場所による屈折率分布は、レンズ収差の原因となるので問題である。

20 【0008】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、誘電異方性が負の液晶が封入された液晶光屈折素子において、透明基板の形状による電圧無印加状態における液晶分子の配向乱れを無くして、該液晶分子の配向乱れに起因する収差の問題を解消することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶光屈折素子は、平板状基板及び該平板状基板と対向配設された非平板状基板よりなり相対向する内周面にそれぞれ透明導電膜が形成された一対の透明基板で画定された空間に、誘電異方性が負の液晶を封入してなる液晶光屈折素子において、一対の前記透明基板のうち前記平板状基板のみに垂直配向処理膜が形成されていることを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明の液晶光屈折素子は、平板状基板及び非平板状基板よりなる一対の透明基板のうち、平板状基板のみに垂直配向処理膜が形成され、非平板状基板には垂直配向処理膜が形成されていない。この構成により、液晶光屈折素子内に封入された誘電異方性が負の液晶の液晶分子は、電圧無印加状態で、平板状基板に形成された垂直配向処理膜の配向力のみにより、該平板状基板に極めて良好に垂直配向する。このとき、液晶分子の配向は、非平板状基板に垂直配向処理膜が形成されていないので、該非平板状基板の形状による影響を受けて部分的に乱れを生ずることがない。なお、上記垂直配向処理膜の配向力は、一般に数100 μm 以上に及ぶ。このため、平板状基板及び非平板状基板間の最大ギャップを上記垂直配向処理膜の配向力が及ぶ範囲内とすれば、平板状基板及び該平板状基板と対向配設された非平板状基板よりなる一対の透明基板間で、液晶分子は極めて良好に

非平板状基板の形状によらず垂直配向する。

【0011】

【実施例】以下、実施例により本発明の液晶光屈折素子を具体的に説明する。

（実施例1）本実施例1は本発明の液晶光屈折素子を焦点距離可変液晶レンズに適用したものである。

【0012】図1及び図2に示す本実施例1の液晶光屈折素子1は、平板ガラス（本発明の平板状の透明基板をなす、ソーダライムガラス）11と、平板ガラス11の内周面に形成されたITO膜よりなる第1透明導電膜12と、第1透明導電膜12の表面に形成された垂直配向処理膜13と、平板ガラス11と対向配設された平凹レンズ（本発明の非平板状の透明基板をなす、ガラスBK7）14と、平凹レンズ14の内周面に形成されたITO膜よりなる第2透明導電膜15と、平板ガラス11及び平凹レンズ14の周囲を封止して密閉空間を形成するエポキシ系接着剤よりなるシール剤16と、上記密閉空間内に封入された液晶17とから構成されている。なお、第1透明導電膜12及び第2透明導電膜15は、スイッチ18を介して交流電源19に接続されている。また、平板ガラス11と平凹レンズ14との間のギャップ（d）は、最大で50 μ m、最小で5 μ mである。さらに、液晶光屈折素子1の光出射側には、観測者3との間に同心円状偏光板2が配設されている。

【0013】垂直配向処理膜13は、ポリイミドRN722（日産化学（株）製）を塗布することにより約700Åの膜厚で形成されている。液晶17は、EN24（チッソ（株）製）よりなる誘電異方性が負の液晶である。同心円状偏光板2は、同心円状にラビング処理されたガラス基板上にメチレンブルーのアルコール溶液をスピンナー塗布することにより形成された同心円状の偏光分布をもつものである。

【0014】本実施例の液晶光屈折素子1は、平板ガラス11のみに垂直配向処理膜13が形成され、平凹レンズ14には垂直配向処理膜が形成されていない。この構成により、液晶17の液晶分子は、電圧無印加状態で、平板ガラス11に形成された垂直配向処理膜13の配向力のみにより、該平板ガラス11に極めて良好に垂直配向し、平凹レンズ14の近傍の周縁部分で該凹レンズ形状による影響を受けて液晶分子の垂直方向からのズレを生ずることがない。ここで、平凹レンズ14と平板ガラス11との間の最大ギャップは50 μ mであり、上記垂直配向処理膜13の配向力が十分に及ぶ範囲内である。このため、平板ガラス11に形成された垂直配向処理膜13の配向力により、平板ガラス11及び平凹レンズ14間で液晶17の液晶分子は極めて良好に垂直配向する。したがって、本実施例の液晶光屈折素子1は、電圧無印加状態において、液晶分子の配向の乱れに起因する収差の問題が良好に解消される。

【0015】そして、この電圧無印加状態（図1参照）

で、本実施例の液晶光屈折素子1は、上記したように液晶17の液晶分子が平板ガラス11及び平凹レンズ14間で垂直配向している。この液晶光屈折素子1に入射する入射光は、液晶17の液晶分子の長軸方向に沿って入射するので常光線に相当する屈折特性を示し、液晶分子による複屈折の効果を受けずにそのまま出射する。そして、この液晶光屈折素子1を出射した常光線は同心円状偏光板2を通過し、同心円状偏光成分のみが観測者3に到達する。

【0016】一方、本実施例の液晶光屈折素子1に、スイッチ18の操作により交流電源19から電圧が印加されると、誘電異方性が負の液晶17の液晶分子は、電圧に応じて徐々に平板ガラス11及び平凹レンズ14に平行な方向に向きを変える。このとき、平板ガラス11及び平凹レンズ14間においては、ギャップ（d）が同心円状に同じ大きさとなり、このギャップ（d）に応じて生じる電界強度（E、 $E=V/d$ ）も同心円状に同じ大きさとなる。このため、液晶分子は平板ガラス11及び平凹レンズ14に平行な方向に向きを変えるとともに、同心円状に分布する。この電圧印加状態（図2参照）で、液晶光屈折素子1に入射する入射光は、液晶分子の長軸方向に平行な方向、つまり同心円状の偏光成分1と、液晶分子の長軸方向に垂直な方向、つまり放射状の偏光成分2とに分解することができる。この液晶分子の長軸方向に平行な方向、つまり同心円状の偏光成分1は異常光線として液晶光屈折素子1を出射し、また液晶分子の長軸方向に垂直な方向、つまり放射状の偏光成分2は常光線として液晶光屈折素子1を出射する。そして、上記出射光のうち同心円状の異常光線のみが同心円状偏光板2を通過して、観測者3に到達する。

【0017】したがって、本実施例の液晶光屈折素子1及び同心円状偏光板2は、電圧無印加状態から電圧印加状態に変化させることにより、液晶分子のみかけの屈折率が常光線に対する屈折率 n_o から異常光線に対する屈折率 n_e に変化するので、焦点距離可変液晶レンズとすることができる。

（実施例2）本実施例2も本発明の液晶光屈折素子を焦点距離可変液晶レンズに適用したもので、上記実施例1の液晶光屈折素子1における平凹レンズ14の代わりにフレネルレンズ44を用いたものである。

【0018】図3及び図4に示す本実施例2の液晶光屈折素子4は、平板ガラス（本発明の平板状の透明基板をなす、ソーダライムガラス）41と、平板ガラス41の内周面に形成されたITO膜よりなる第1透明導電膜42と、第1透明導電膜42の表面に形成された上記実施例1と同様の垂直配向処理膜43と、平板ガラス41と対向配設されたフレネルレンズ（本発明の非平板状の透明基板をなす）44と、フレネルレンズ44の内周面に形成されたITO膜よりなる第2透明導電膜45と、平板ガラス11及びフレネルレンズ44の周囲を封止して

5

密閉空間を形成するエポキシ系接着剤よりなるシール剤46と、上記密閉空間内に封入された上記実施例1と同様の液晶47とから構成されている。なお、第1透明導電膜42及び第2透明導電膜45は、スイッチ48を介して交流電源49に接続されている。また、平板ガラス41とフレネルレンズ44との間のギャップ(d)は、最大で50 μ m、最小で5 μ mである。さらに、液晶光屈折素子4の光出射側には、観測者3との間に上記実施例1と同様の同心円状偏光板2が配設されている。

【0019】本実施例の液晶光屈折素子4においても、平板ガラス41のみに垂直配向処理膜43が形成され、フレネルレンズ44には垂直配向処理膜が形成されておらず、上記実施例1と同様、電圧無印加状態において、液晶分子の配向の乱れに起因する収差の問題を良好に解消することができる。また、本実施例の液晶光屈折素子4及び同心円状偏光板2は上記実施例1と同様に焦点距離可変液晶レンズとして作動する。

【0020】(実施例3)本実施例3は本発明の液晶光屈折素子を偏向角可変液晶プリズムに適用したもので、上記実施例2の液晶光屈折素子4におけるフレネルレンズ44の代わりにフレネルプリズム54を用いたものである。図5及び図6に示す本実施例3の液晶光屈折素子5は、平板ガラス(本発明の平板状の透明基板をなす、ソーダライムガラス)51と、平板ガラス51の内周面に形成されたITO膜よりなる第1透明導電膜52と、第1透明導電膜52の表面に形成された上記実施例1と同様の垂直配向処理膜53と、平板ガラス51と対向配設されたフレネルプリズム(本発明の非平板状の透明基板をなす)54と、フレネルプリズム54の内周面に形成されたITO膜よりなる第2透明導電膜55と、平板ガラス51及びフレネルプリズム54の周囲を封止して密閉空間を形成するエポキシ系接着剤よりなるシール剤56と、上記密閉空間内に封入された上記実施例1と同様の液晶57とから構成されている。なお、第1透明導電膜52及び第2透明導電膜55は、スイッチ58を介して交流電源59に接続されている。また、平板ガラス51とフレネルプリズム54との間のギャップ(d)は、最大で50 μ m、最小で5 μ mである。さらに、液晶光屈折素子5の光出射側には、観測者3との間に、紙面と垂直方向で直線状の偏光方向をもつ偏光板2'が配設されている。

【0021】本実施例の液晶光屈折素子5においても、平板ガラス51のみに垂直配向処理膜53が形成され、フレネルプリズム54には垂直配向処理膜が形成されておらず、上記実施例1と同様、電圧無印加状態において、液晶分子の配向の乱れに起因する収差の問題を良好に解消することができる。また、電圧無印加状態(図5参照)で、本実施例の液晶光屈折素子5は、液晶57の液晶分子が平板ガラス11及びフレネルプリズム54間で垂直配向している。この液晶光屈折素子5に入射する

6

入射光は、液晶57の液晶分子の長軸方向に沿って入射するので常光線に相当する屈折特性を示し、液晶分子による複屈折の効果を受けずにそのまま出射する。そして、この液晶光屈折素子5を出射した常光線は図5の紙面と垂直方向に偏光した直線状の偏光板2'を通過し、同方向の偏光成分のみが観測者3に到達する。

【0022】そして、本実施例の液晶光屈折素子5に、スイッチ58の操作により交流電源59から電圧が印加されると、誘電異方性が負の液晶57の液晶分子は、電圧に応じて徐々に平板ガラス51及びフレネルプリズム54に平行な方向に向きを変える。このとき、平板ガラス51及びフレネルプリズム54間においては、ギャップ(d)が図6の紙面と垂直方向においては同じ大きさとなり、このギャップ(d)に応じて生じる電界強度(E 、 $E=V/d$)も図6の紙面と垂直方向に同じ大きさとなる。このため、液晶分子は平板ガラス11及びフレネルプリズム54に平行な方向でかつ図6の紙面と垂直方向に配向する。この電圧印加状態で、液晶光屈折素子5に入射する入射光は、液晶分子の長軸方向に平行な方向、つまり図6の紙面と垂直な方向の偏光成分1と、液晶分子の長軸方向に垂直な方向、つまり図6の上下方向の偏光成分2とに分解することができる。この液晶分子の長軸方向に平行な方向、つまり図6の紙面と垂直な方向の偏光成分1は異常光線として液晶光屈折素子5を出射し、また液晶分子の長軸方向に垂直な方向、つまり図6の上下方向の偏光成分2は常光線として液晶光屈折素子5を出射する。そして、上記出射光のうち図6の紙面と垂直な方向の異常光線のみが同方向に偏光した偏光板2'を通過して、観測者3に到達する。

【0023】したがって、本実施例の液晶光屈折素子5及び偏光板2'は、電圧無印加状態から電圧印加状態に変化させることにより、液晶分子のみかけの屈折率が常光線に対する屈折率 n_o から異常光線に対する屈折率 n_e に変化するので、偏向角可変液晶プリズムとすることができる。なお上記実施例では、電界を印加することにより液晶分子の配向状態を制御する例を示したが、磁界を印加する場合にも本発明を適用することができる。

【0024】また上記実施例では、本発明の平板状基板として平板ガラスを用いたが、その内面に形成される垂直配向処理膜の配向力により基板に垂直配向する液晶分子の配向性に影響を与えない程度の平坦性を有するものであれば、他の平板状基板を用いることが可能である。

【0025】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の液晶光屈折素子は、電圧無印加状態において、平板状基板及び非平板状基板よりなる一対の透明基板間で液晶分子が極めて良好に垂直配向するので、液晶分子の配向乱れに起因する収差の問題を良好に解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の液晶光屈折素子に係り、電圧無印加

7

状態における焦点距離可変液晶レンズの断面図である。

【図2】実施例1の液晶光屈折素子に係り、電圧印加状態における焦点距離可変液晶レンズの断面図である。

【図3】実施例2の液晶光屈折素子に係り、電圧無印加状態における焦点距離可変液晶レンズの断面図である。

【図4】実施例2の液晶光屈折素子に係り、電圧印加状態における焦点距離可変液晶レンズの断面図である。

【図5】実施例3の液晶光屈折素子に係り、電圧無印加状態における偏向角可変液晶プリズムの断面図である。

【図6】実施例3の液晶光屈折素子に係り、電圧印加状

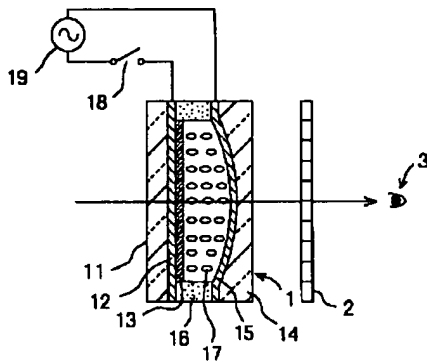
8

態における偏向角可変液晶プリズムの断面図である。

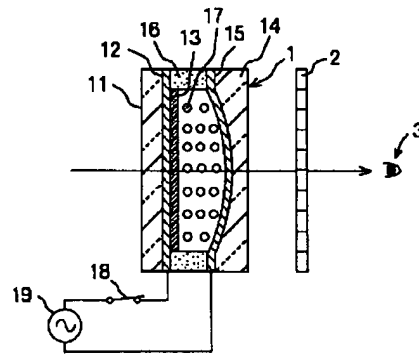
【符号の説明】

1、4、5は液晶光屈折素子、11、41、51は平板ガラス（本発明の平板状基板をなす）、12、42、52は第1透明導電膜、13、43、53は垂直配向処理膜、14は平凹レンズ（本発明の非平板状基板をなす）、44はフレネルレンズ（本発明の非平板状基板をなす）、54はフレネルプリズム（本発明の非平板状基板をなす）、15、45、55は第2透明導電膜、17、47、57は液晶である。

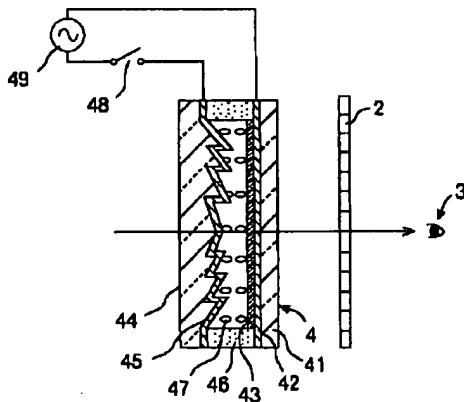
【図1】



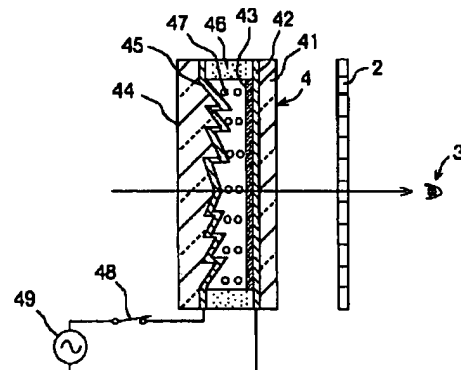
【図2】



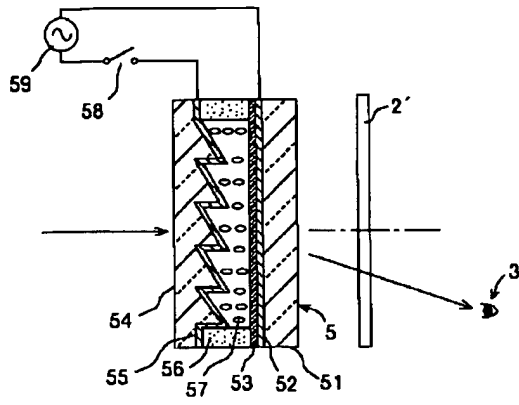
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

